

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-316597

(43)Date of publication of application : 26.11.1993

(51)Int.Cl.

H04R 25/00

(21)Application number : 04-139605

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 06.05.1992

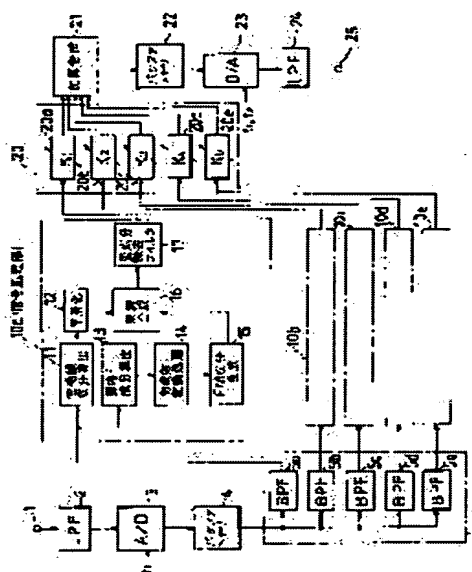
(72)Inventor : MIURA MASAMI

## (54) HEARING AID

## (57)Abstract:

PURPOSE: To realize a proper hearing aid to the symptom of a person suffering from brady-acuity of hearing by using an output voice signal subject to desired conversion processing concerning to a speech speed and a frequency component synthesis for an input voice signal.

CONSTITUTION: The hearing aid is provided with processing signal input sections (1-5) to extract input voice signal at a 1st sampling frequency, signal processing sections (10a-10e) and processing signal output sections (20-25) outputting a voice signal from the processed signal at a 1st or 2nd sampling frequency and as the signal processing sections (10a-10e) are made up of an input signal envelope component calculation means 11, an input signal instantaneous frequency calculation means 13, a means 14 implementing frequency conversion processing such as frequency shift and band compression/expansion or the like for the instantaneous frequency component, a means 15 calculating an FM component from the instantaneous frequency component subject to conversion processing, and a multiplier means 16 between the envelope component and the FM component.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.04.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3185363

[Date of registration] 11.05.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-316597

(43)公開日 平成5年(1993)11月26日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 4 R 25/00

識別記号

庁内整理番号

7406-5H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数7(全 8 頁)

(21)出願番号

特願平4-139605

(22)出願日

平成4年(1992)5月6日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 三浦 雅美

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

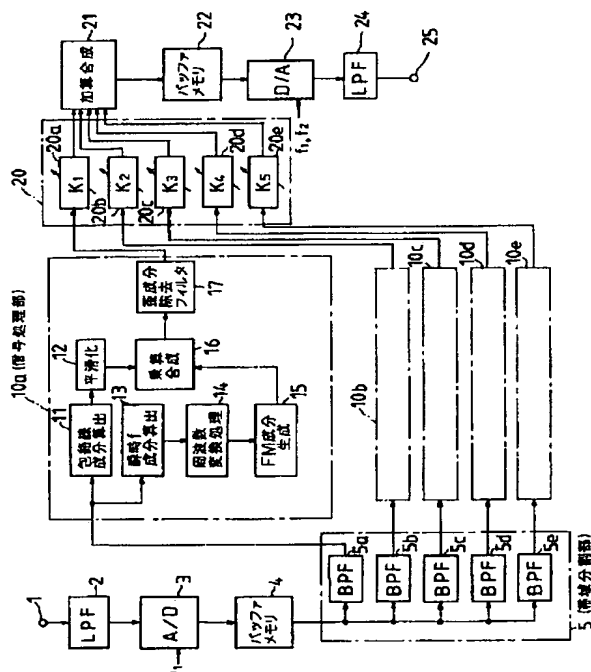
(74)代理人 弁理士 脇 篤夫

(54)【発明の名称】 補聴器

(57)【要約】

【目的】 出力音声信号として、入力音声信号に対して発話速度、周波数成分構成について所望の変換処理を行ない、難聴者の症状に対して適切な補聴器が実現されるようにする。

【構成】 補聴器として、入力音声信号を第1のサンプリング周波数で取り出す処理信号入力部(1~5)と、信号処理部(10a~10e)と、処理された信号を第1又は第2のサンプリング周波数で音声信号として出力する処理信号出力部(20~25)とを設け、特に信号処理部(10a~10e)は、入力信号の包絡線成分算出手段11と、入力信号の瞬時周波数算出手段13と、瞬時周波数成分に対して係数を与えて周波数移動、帯域の圧縮/伸長等の周波数変換処理を行なう手段14と、変換処理された瞬時周波数成分からFM成分を算出する手段15と、包絡線成分とFM成分の乗算合成部16を設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力音声信号を第 1 のサンプリング周波数で取り出す処理信号入力部と、  
前記処理信号入力部から供給された信号に対する信号処理部と、  
前記信号処理部から出力された信号を前記第 1 のサンプリング周波数又は第 2 のサンプリング周波数で音声信号として出力する処理信号出力部とを有し、  
前記信号処理部は、  
前記処理信号入力部から供給された信号について包絡線成分を算出する包絡線算出手段と、  
前記処理信号入力部から供給された信号について瞬時周波数成分を算出する瞬時周波数算出手段と、  
前記瞬時周波数算出手段によって算出された瞬時周波数成分に対して周波数変換処理を行なう周波数変換処理手段と、  
前記周波数変換処理手段の出力について F M 変調処理を行なう F M 成分算出手段と、  
前記包絡線算出手段の出力と前記 F M 成分算出手段の出力を合成する合成手段と、  
を有して構成されることを特徴とする補聴器。

【請求項 2】 入力音声信号を第 1 のサンプリング周波数で取り出すと共に、複数に分割した各周波数帯域毎に入力音声信号を取り出す処理信号入力部と、  
前記処理信号入力部から供給される、各周波数帯域毎の信号にそれぞれ対応して設けられた複数の信号処理部と、  
前記各信号処理部から出力された信号を合成し、この合成された信号について前記第 1 のサンプリング周波数又は第 2 のサンプリング周波数で音声信号として出力する処理信号出力部とを有し、  
前記各信号処理部は、  
前記処理信号入力部から供給された信号について包絡線成分を算出する包絡線算出手段と、  
前記処理信号入力部から供給された信号について瞬時周波数成分を算出する瞬時周波数算出手段と、  
前記瞬時周波数算出手段によって算出された瞬時周波数成分に対して周波数変換処理を行なう周波数変換処理手段と、  
前記周波数変換処理手段の出力について F M 変調処理を行なう F M 成分算出手段と、  
前記包絡線算出手段の出力と前記 F M 成分算出手段の出力を合成する合成手段と、  
を有して構成されることを特徴とする補聴器。

【請求項 3】 前記処理信号出力部は、前記信号処理部からの出力を前記第 2 のサンプリング周波数で音声信号として出力するとともに、前記信号処理部における前記周波数変換処理手段は、入力された瞬時周波数成分に対して、（第 1 のサンプリング周波数／第 2 のサンプリング周波数）となる係数値を与えることによって、入力音

声信号について周波数成分構成を変化させずに音声速度を変化させて出力するようにしたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の補聴器。

【請求項 4】 前記処理信号出力部は、前記信号処理部からの出力を前記第 1 のサンプリング周波数で音声信号として出力するとともに、前記信号処理部における前記周波数変換処理手段は、入力された瞬時周波数成分に対して、任意の係数値を用いて演算を行ない、周波数変換処理を行なうことによって、入力音声信号について音声速度を変化させずに周波数成分構成を変化させて出力するようにしたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の補聴器。

【請求項 5】 前記信号処理部における周波数変換処理手段は、その信号処理部に入力された信号の周波数帯域における中心周波数が変化しないまま周波数帯域幅が圧縮又は伸長されるように、入力された瞬時周波数成分に対して周波数変換処理を行なうようにしたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の補聴器。

【請求項 6】 前記信号処理部における周波数変換処理手段は、その信号処理部に入力された信号の周波数帯域における中心周波数がそれぞれ任意の周波数に移動されるように、入力された瞬時周波数成分に対して周波数変換処理を行なうようにしたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の補聴器。

【請求項 7】 前記信号処理部における周波数変換処理手段は、その信号処理部に入力された信号の周波数帯域における中心周波数がそれぞれ任意の周波数に移動され、かつ周波数帯域幅が圧縮又は伸長されるように、入力された瞬時周波数成分に対して周波数変換処理を行なうようにしたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の補聴器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は補聴器に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 聴覚障害者に使用される補聴器は、通常、マイクロフォン入力音声をも定レベル増幅し、増幅した音声信号をイヤフォンに供給して出力するようになされている。ところが、難聴者の音声認識の難易は単に音声レベルの大小だけでなく、周波数や音声速度（発話速度）によっても左右される。

【0003】 例えば高周波数の音声の聞き取りが困難な難聴者や、或る特定の周波数帯域内の音声の聞き取りにくいと感じる難聴者が存在する。また、聴力レベルが悪くなっていないにも関わらず通常の会話内容の理解が困難であるが、ゆっくり発話すれば会話内容を認識できるといった症状の聴覚障害もある。さらに、人間の周波数領域での聴覚認識処理は帯域バンド毎に行なわれているが、周波数帯域処理能力や周波数弁別処理能力が低下す

ることによって、聴力レベルが悪くなっていないにもかかわらず、難聴症状を示す難聴者も存在する。

【0004】このため、補聴器としては単に音声増幅だけでなく、発話速度の変換処理や周波数特性の変更、或は周波数の圧縮、帯域変換等の処理が必要とされる。これを実現するために、入力音声信号にイコライジング処理を施してゲイン一周波数特性を変更させたり、音声周波数を全体的に低い周波数に圧縮する処理を行なうようにし、また、発話速度を遅くするために或る音声のサンプルデータにつづいて同じデータを繰り返し補間的に挿入したり、逆に、発話速度を早くするために音声のサンプルデータを所定間隔で間引いて出力することが行なわれた。さらに、発話速度の変換のために、音声の分析認識／合成法を用いることも提案された。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、周波数領域については、周波数特性の変更や単純な周波数圧縮のみでは、各種の聴覚一周波数特性の難聴者や、周波数帯域処理能力又は周波数弁別処理能力の低下に起因した症状を持つ難聴者のそれぞれに適切に対応してこれらの聴覚障害を補うことはできない。

【0006】また、発話速度の変換については、音声信号のサンプルデータの補間や間引きを行なうと出力音声は、歪が増えたり、ピッチが変わってしまうため、逆に聞き取りにくい音声となってしまうことが多かった。さらに、音声の分析認識／合成法は、入力信号が特定言語の音声や特定話者の音声に限られていたりするため、音声信号に他言語や雑音が入ると誤った音声認識及び合成処理を行なってしまい、音質を著しく損ねることがあり、また、回路／装置構成が複雑化、大規模化する傾向にあるため、日常的に用いられる補聴器には適していない。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明はこのような問題点に鑑みてなされたもので、各種の難聴者に対応してその聴覚能力を良好に補うことができるようにする補聴器を提供することを目的とする。

【0008】即ち補聴器として、入力音声信号を第1のサンプリング周波数で取り出す処理信号入力部と、この処理信号入力部から供給された信号に対する信号処理部と、信号処理部から出力された信号を第1のサンプリング周波数又は第2のサンプリング周波数で音声信号として出力する処理信号出力部とを設け、特に信号処理部は、処理信号入力部から供給された信号について包絡線成分を算出する包絡線算出手段と、同じく処理信号入力部から供給された信号について瞬時周波数成分を算出する瞬時周波数算出手段と、算出された瞬時周波数成分に対して係数を与える演算等を行い、周波数移動、帯域の圧縮／伸長等のための周波数変換処理を行なう周波数変換処理手段と、変換処理された瞬時周波数からFM成分

を算出し、これを出力するFM成分算出手段と、包絡線算出手段の出力とFM成分算出手段の出力を合成する合成手段とを設けるようにする。

【0009】また、より具体的には、処理信号入力部は所定の周波数帯域内（例えば可聴帯域内）を複数の帯域に分割し、複数の分割した各周波数帯域毎に処理がなされるように複数の信号処理部を設け、また、処理信号出力部は各信号処理部から出力された信号を合成し、この合成された信号について第1のサンプリング周波数又は第2のサンプリング周波数で音声信号として出力するようにする。

【0010】

【作用】音声を包絡線成分とFM成分の合成されたものとしてとらえ、発話速度は包絡線成分の時間軸の伸長／圧縮で変化させるようにし、周波数成分構成、つまり音程の高低は、FM成分の瞬時周波数の高低で変化させる。従って、包絡線成分の時間軸の伸長／圧縮するとともに、周波数成分構成を保存すれば、発話速度のみを変化させることができる。また、瞬時周波数について周波数変換処理を行なうことで周波数成分構成を所望の通りに変化させることができる。

【0011】

【実施例】図1は本発明の実施例を示す補聴器の要部のブロック図である。まず、この図1によって本補聴器における補聴信号処理のための構成を説明し、その後、当該構成によって実現可能な補聴信号処理について各種例をあけて説明する。

【0012】1は使用者の周囲の音声を集音するマイクロフォンによって得られた音声信号がバッファアンプ等を介して供給される端子を示す。2は折り返しノイズを防ぐために帯域制限を行なうローパスフィルタである。つまりデジタル信号処理の際に周波数領域での折り返し歪を避けるためにサンプリング周波数の1/2の周波数以上の周波数成分をA/D変換前に取り除くものであり、例えば後述するA/D変換器3のサンプリング周波数 $f_1$ が44.1KHzで、またD/A変換器23のサンプリング周波数が $f_1$ または $f_2$ （=32KHz）とされている場合は、低い方、即ち $f_2$ の1/2である16KHzがカットオフ周波数とされる。

【0013】3はA/D変換器で、ローパスフィルタ2を介して供給された入力音声信号を44.1KHzでサンプリングし、量子化を行なってデジタルデータに変換する。デジタルデータとされた入力音声信号はバッファメモリ4を介して周波数帯域分割部5に供給される。ここで、例えば5チャンネルの帯域分割を行なうために周波数帯域分割部5にはバンドパスフィルタ5a～5eが設けられている。

【0014】周波数帯域の分割単位は各種考えられ、例えば1/3オクターブや1/4オクターブ等の比較的狭い帯域毎に分割して、それぞれの帯域毎に後述する処理

を行なうことによって声質を変化させることが少なくて  
すむが、分割された帯域チャンネル数があまり多くな  
るとハードウェアの規模がそれだけ大きくなってしま  
う。もちろん、ハードウェア構成として対応できるのであ  
ればそれでもよいが、本実施例では音声の周波数成分の特  
徴に基づいて比較的少ない 5 チャンネルに帯域分割し、  
ハードウェア構成の簡略化をはかっている。

【0015】そこで、各バンドパスフィルタ 5 a ~ 5 e  
の各通過帯域は、バンドパスフィルタ 5 a が 250Hz 以下  
(=ピッチ周波数帯域)、バンドパスフィルタ 5 b が 2  
50~1000Hz (=第 1 ホルマント帯域)、バンドパスフィ  
ルタ 5 c が 1000~2800Hz (=第 2 ホルマント帯域)、バ  
ンドパスフィルタ 5 d が 2800~3400Hz (第 3 ホルマント  
帯域)、バンドパスフィルタ 5 e が 3400Hz 以上 (=高音  
域子音周波数帯域) とされている。なお、この周波数帯  
域分割部 5 による帯域分割は A/D 変換器 3 の前段 (ア  
ナログ信号段階) で行なってもよい。

【0016】10 a ~ 10 e はそれぞれバンドパスフィ  
ルタ 5 a ~ 5 e によって分割された各帯域に対応して設  
けられている信号処理部である。各信号処理部 10 a ~  
10 e の内部構成は同様であるため、信号処理部 10 a  
についてのみ説明する。

【0017】11 は包絡線成分算出部であり、バンドパ  
スフィルタ 5 a から供給された信号についての包絡線成  
分を算出する。算出された包絡線成分は平滑化回路 12  
によって平滑化処理を施されて、乗算合成部 16 に供給

$$f_i(t) \equiv \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{S_n(t)' s(t) - S_n(t) s(t)'}{s(t)^2 + S_n(t)^2}$$

また、単位時間内に振幅値 0 を交差する回数 (ゼロクロ  
ス数) を検出し、これを瞬時周波数とみなすようにして  
もよい。

【0023】周波数変換処理部 14 では瞬時周波数に対  
して各種の係数の乗除算、定数の加減算、加減算及び乗  
除算の組み合わせ演算等を行なうことにより瞬時周波数  
の周波数変換処理を行なう。実施される周波数変換処理  
については後述する。

【0024】或る周波数変換処理を施された瞬時周波数  
は FM 成分生成部 15 に供給され FM 成分として出力さ  
れる。つまり、所定のキャリア周波数が供給された瞬時  
周波数によって FM 変調されて出力されるデータ形態と  
される。出力された FM 成分は乗算合成部 16 に供給さ  
れる。

【0025】FM 成分生成部 15 における FM 成分の生  
成処理は次の (数 3) (数 4) で示される。今、時間原  
点からの位相の積分値  $\phi$  を、

$$\phi(t) \equiv 2\pi \int_0^t f_i(\tau) d\tau$$

【数 3】

される。

【0018】包絡線成分算出部 11 における包絡線成分  
の算出処理方法としては、解析信号処理法を用いるか、  
又は、全波整流した後にローパスフィルタをかける方法  
がある。

【0019】解析信号処理法の場合は、原音声の 2 乗と  
ヒルベルト変換した音声の 2 乗の和に対して平方根をと  
ったものが、包絡線成分として得られる。即ち、信号  $s$   
( $t$ ) のヒルベルト変換対を  $s_h(t)$  とすれば、包絡線  $e(t)$   
は、

【数 1】

$$e(t) \equiv \sqrt{s(t)^2 + S_h(t)^2}$$

となる。

【0020】また、全波整流法を用いる場合は、音声の  
全波整流波形に通過帯域が数 10 ヘルツ以下のローパス  
フィルタをかけるようにすれば、その出力として包絡線  
成分が得られる。

【0021】13 は瞬時周波数成分算出部であり、バン  
ドパスフィルタ 5 a から供給された信号についての瞬時  
周波数成分を算出する。算出された瞬時周波数は周波数  
変換処理部 14 に供給される。

【0022】瞬時周波数成分算出部 13 における瞬時周  
波数の解析信号処理法による算出方法としては、瞬時周  
波数  $f_i(t)$  は次のように得ることができる。

【数 2】

$$f_i(t) \equiv \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{S_n(t)' s(t) - S_n(t) s(t)'}{s(t)^2 + S_n(t)^2}$$

とすれば、FM 成分  $f_m(t)$  は、

【数 4】

$$f_m(t) \equiv \cos \{ \phi(t) \}$$

として生成される。

【0026】音声は包絡線成分と FM 成分の掛け合わさ  
れたものと解釈できるため、瞬時周波数成分と包絡線成  
分に変換された音声データをもとの音声データ形式に復  
元するには、瞬時周波数から FM 成分を算出し、これと  
包絡線成分を時間軸上で掛け合わせればよい。従って、  
乗算合成部 16 において、供給された包絡線成分と FM  
成分について乗算合成していくことによって音声データ  
が得られる。

【0027】17 は歪成分除去フィルタを示す。瞬時周  
波数成分に演算を施すことによって音声の周波数成分は  
移動することになるが、この歪成分除去フィルタ 17 に  
よって移動先の新たな周波数の帯域フィルタを掛けるこ  
とによって、歪により他の周波数に分散した成分を取り  
除くようにする。なお、従って歪成分除去フィルタ 17  
の通過帯域は実施される周波数変換処理に応じて設定さ  
れなければならない。

【0028】各信号処理部 10 a ~ 10 e において歪成

分除去フィルタ 17 を介して出力された信号（音声データ）は、重みづけ回路 20 に供給され、係数器 20a ～ 20e によってそれぞれ係数  $K_1 \sim K_5$  により所定の重みづけがなされ（又は重みづけはなされずに）加算合成部 21 に入力される。

【0029】加算合成部 21 において分割された各帯域についての音声データが合成されると、この出力はバッファメモリ 22 を介して D/A 変換器 23 に供給される。D/A 変換器 23 においては、A/D 変換器 3 と同じサンプリング周波数  $f_1$  又は A/D 変換器 3 と異なるサンプリング周波数  $f_2$  が供給され、このサンプルタイミングでデジタルデータをアナログ化して出力する。そして、そのサンプリング周波数の  $1/2$  の周波数をカットオフ周波数とするローパスフィルタ 24 を介して、所定の補聴信号処理のなされた音声信号として端子 25 に供給される。

【0030】端子 25 の後段には増幅部又は可変増幅部や、大音量入力に対する保護手段として機能するリミッタ等が配置され、これらを介して音声信号はイヤホンスピーカに供給されて音声として出力される。

【0031】このような構成を有する本実施例の補聴器においては、A/D 変換器 3 と D/A 変換器 23 のサンプリング周波数（ $f_1$ 、 $f_2$ ）の設定コントロールをすることにより、音声データの包絡線成分を伸縮させ、発話速度を変更させることができ、また、周波数変換処理部 14 の変換処理内容の設定によって、補聴器を使用する難聴者の聴覚一周波数特性や、周波数帯域処理能力、周波数弁別処理能力に応じて、音声の周波数成分構成、つまり音程を所望のように変換することができる。以下、本実施例で実現される補聴動作としての音声の各種変換処理を説明する。

【0032】＜発話速度を変化させ周波数成分構成は変化させない＞難聴者の中には、聴力レベルが低下していても、発話速度をゆっくりとすることにより、聴覚認識を行なうことができるという症状を有する人がいる。このような場合、普通の発話速度を、周波数成分構成を保ったままでゆっくりした音声に変換させることができれば、補聴器として有効である。

【0033】発話速度の変更処理の例として、時間軸を 1.378 倍に伸ばす処理をあげる。この場合、A/D 変換器 3 のサンプリング周波数  $f_1$  が 44.1KHz に設定されているとすると、D/A 変換器 23 のサンプリング周波数を A/D 変換器 3 と異なる  $f_2$  とし、 $f_2 = 32\text{KHz}$  とする。

【0034】即ち包絡線信号成分については、44.1KHz でサンプリングされたものを 32KHz で再生することにより、時間軸は 1.378 倍に伸長されたことになる。つまりゆっくりした音声に変換される。ところが、そのままでは周波数成分構成も変化してしまうため、周波数変換処理部 14 において、瞬時周波数に 1.378 という係数を与

える周波数変換演算を行ない、FM 成分生成部 15 において、1.378 倍に変換された瞬時周波数から算出された FM 成分を、乗算合成部 16 で包絡線成分と掛け合わせるようにする。

【0035】つまり、周波数成分構成については、A/D 処理後に（ $f_1 / f_2$ ）倍に変換されてから D/A 処理されることにより、A/D 処理及び D/A 処理の間のサンプリング周波数に差を持たせることによって包絡線成分の時間軸の伸縮を行なっても、その出力音声信号の周波数成分構成は入力音声信号から変化していないものとなる。これにより、音程は変わらず、発話速度のみを遅くさせることができる。また、入力信号内容が言語、発話者等で限定されることはなく、もちろん音楽信号等であってもノイズ出力となることもない。

【0036】図 2 はピッチ周波数帯域（100～250Hz）について時間軸伸長処理を行なった際の信号波形を示している。図 2（a）は全周波数帯域を含む原入力音声信号図 2（b）は帯域分割部 5 におけるバンドパスフィルタ 5a を通過した信号波形、図 2（c）は端子 25 における出力信号波形を示す。

【0037】なお、サンプリング周波数について D/A 変換器 23 の方が高くなるように  $f_1 < f_2$  とし、瞬時周波数を同様に（ $f_1 / f_2$ ）倍に変換するようにすれば、逆に発話速度のみを早くすることができる。

【0038】なお、バッファメモリ 4、22 は、入力段と出力段でサンプリング周波数を変更していること、及び信号処理にかかる時間を考慮して、データを一時的に保持するために設けられているものであり、従って、包絡線成分の伸縮により発話速度を変化させるような処理を実施しない補聴器の場合は、必ずしも必要となるものではない。

【0039】＜周波数成分構成を変化させ発話速度を変化させない＞難聴者の聴覚一周波数特性や、周波数帯域処理能力、周波数弁別処理能力に応じて、各種の周波数成分構成の変更が考えられる。この場合、発話速度を変化させないで周波数成分構成のみを変更させるほうがよい場合がある。つまり、人間の周波数軸での処理は帯域バンド毎に行なわれていることや、音声はピッチ周波数、ホルマント構造を持っていることを考慮して、難聴者の障害の様子に応じて周波数領域のみでの成分の圧縮／伸長／移動等を行なうことで聴覚を補うことができる。

【0040】この場合、A/D 変換器 3 及び D/A 変換器 23 のサンプリング周波数はいづれも  $f_1$ （例えば 44.1KHz）とすることで、包絡線成分の伸縮は行なわず、周波数変換処理部の処理によって FM 成分のみが変化され、周波数成分構成が変更される。

【0041】FM 成分の変換例として以下、数例をあげる。

（1）高周波数域の処理能力が低下している難聴者に対

しては、各周波数帯域の成分を圧縮して低い周波数に移動すればよい。つまり、図3(a)の原入力音声信号の周波数成分構成を図3(b)のように変換する。なお、図3におけるA~Eは帯域分割部5で分割された5チャンネルの帯域を示すものとする。

【0042】この場合、周波数変換処理部14において瞬時周波数に係数 $K_a$  ( $K_a < 1$ )を与えるようにすればよい。即ち入力された瞬時周波数を $f_{io}$ とすると、周波数変換処理部14から出力される瞬時周波数 $f_{ip}$ は、 $K_a$ 倍に圧縮された信号、

$$\text{【数5】} \quad f_{ip}(t) = f_{io}(t) \times k_a$$

となる。なお、( $K_a > 1$ )とすれば、逆に各帯域幅は伸長されて、出力音声信号の周波数成分構成を高域側に広げることができる。

【0043】ところで、このように瞬時周波数に係数 $K_a$ を乗ずる処理を行なった場合、得られるFM成分はその係数 $K_a$ によって決まる圧縮/伸長の倍率によって帯域が変化しているため、歪成分除去フィルタ17の通過帯域の中心周波数及び帯域幅は、そのチャンネルの帯域及び中心周波数に対して $K_a$ 倍した値に設定する。

【0044】(2)人間の聴覚処理が帯域バンド毎に行なわれることに対して、周波数弁別能力が低下することにより音声認識が困難となった難聴者に対しては、各周波数帯域の成分をその中心周波数方向に圧縮して、周波数帯域間に隙間を与えることが有効である。つまり、図3(a)の原入力音声信号の周波数成分構成を図3

$$f_{ip}(t) = \{f_{io}(t) - f_c\} \times k_a + (f_c - f_s)$$

として得る。なお、この場合低域側にシフトするためには $f_s > 0$ であることが必要で、 $f_s < 0$ であれば、高域側にシフトされる。

【0049】この場合は、歪成分除去フィルタ17の通過帯域の中心周波数はそのチャンネルの帯域の中心周波数の $K_a$ 倍 $-f_s$ の値とし、通過帯域幅を、そのチャンネルの帯域幅に対して $K_a$ 倍した値に設定する。

【0050】(4)周波数成分構成の変換はさらに各種考えられ、また、各周波数チャンネル毎で異なる処理(圧縮、伸長、移動)をしてもよい。即ち難聴者にとって適切な周波数成分構成がわかれば、それに応じて周波数成分構成の変換処理が実現できる。例えば、ある帯域のみに難聴症状を示す場合は、図3(e)のようにその帯域の成分をなくしたり、低域のみで周波数弁別能力が低下している場合は、図3(f)のように低域チャンネルのみを中心周波数方向に圧縮することなども考えられる。さらに、帯域を入れ替えたりすることも可能である。

【0051】<周波数成分構成及び発話速度を変化させる>上述の処理以外にも、周波数成分構成及び発話速度の両方を変化させることにより補聴器として有効な場合もある。これには所望の出力音声の発話速度や周波数成

(c)のように変換した出力音声を得るようにする。

【0045】この場合、周波数変換処理部14においては、その帯域の中心周波数を $f_c$ 、とすると、入力された瞬時周波数を $f_{io}$ に対して、中心周波数方向に $K_a$ 倍( $K_a < 1$ )に圧縮された周波数成分構成を得るために、出力される瞬時周波数 $f_{ip}$ は、

$$\text{【数6】} \quad f_{ip}(t) = \{f_{io}(t) - f_c\} \times k_a + f_c$$

として得る。なお、( $K_a > 1$ )とすれば、逆に、各帯域幅は中心周波数を中心として広げられることになる。

【0046】ところで、このように中心周波数方向に圧縮する処理を行なう場合は、歪成分除去フィルタ17の通過帯域の中心周波数はそのチャンネルの帯域の中心周波数のままとし、通過帯域幅を、そのチャンネルの帯域幅に対して $K_a$ 倍した値に設定する。

【0047】(3)周波数弁別能力が低下するとともに高周波数域での聴覚処理能力が低下している難聴者に対しては、図3(a)の入力音声を図3(d)のように、各周波数帯域を中心周波数方向に圧縮させようと低域にシフトすることが有効である。

【0048】この場合、周波数変換処理部14においては、その帯域の中心周波数を $f_c$ 、入力された瞬時周波数を $f_{io}$ とすると、中心周波数方向に $K_a$ 倍( $K_a < 1$ )に圧縮し、さらに周波数軸上に $f_s$ の移動量を移動された周波数成分構成を得るために、出力される瞬時周波数 $f_{ip}$ は、

$$\text{【数7】} \quad f_{ip}(t) = \{f_{io}(t) - f_c\} \times k_a + (f_c - f_s)$$

分構成に応じて上記各処理を組み合わせることで実現される。

【0052】なお、実施例では5チャンネルの補聴器を例にあげた。このように周波数帯域を分割して、各帯域毎に信号処理又は増幅度を制御することにより、聴覚障害者個人個人の聴覚一周波数特性に適切に対応することができ、より使用者に適した補聴器が実現されることは周知のとおりであるが、本発明としては必ずしも帯域分割しなくても良い。また或はさらに多数のチャンネルに帯域分割してもよい。

【0053】また、図1の信号処理ブロックはデジタルデータの演算回路で示したが、アナログ回路で構成することも可能である。もちろん構成ブロックは図1の例に限定されるものではない。

【0054】

【発明の効果】以上説明したように本発明の補聴器は、音声を包絡線成分とFM成分の合成されたものとしてとらえ、発話速度は包絡線成分の時間軸の伸長/圧縮で変化させるようにし、周波数成分構成は、FM成分の瞬時周波数の制御で変化させることにより、出力音声信号として、発話速度のみを変化させたり、周波数成分構成のみを変化させたり、この両方を変化させたりして、使用

する難聴者に応じて所望の通りの音声信号の変換処理を行なうことができ、各種難聴症状に的確に対応できるという効果がある。

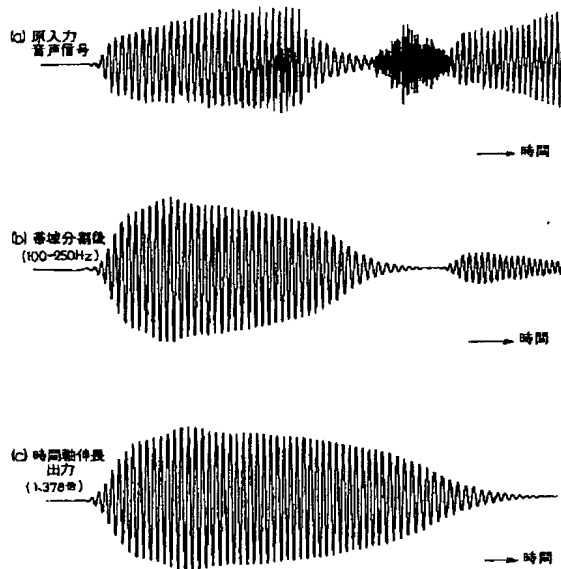
【0055】しかも、回路構成は大規模化しないとともに、入力音声信号に言語や話者の制限もなく、音楽等の言語以外の音声に対して速度又は周波数成分構成の変換を行なってもノイズ出力と成ることもない。従って、一般生活上において使用される補聴器として非常に実用的である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の要部のブロック図である。

【図2】実施例における発話速度変換の際の音声信号の波形図である。

【図2】



【図3】実施例における周波数成分構成の各種変換処理の説明図である。

【符号の説明】

3 A/D変換器

5 a～5 e バンドパスフィルタ

10 a～10 e 信号処理部

11 包絡線成分算出部

13 瞬時周波数成分算出部

14 周波数変換処理部

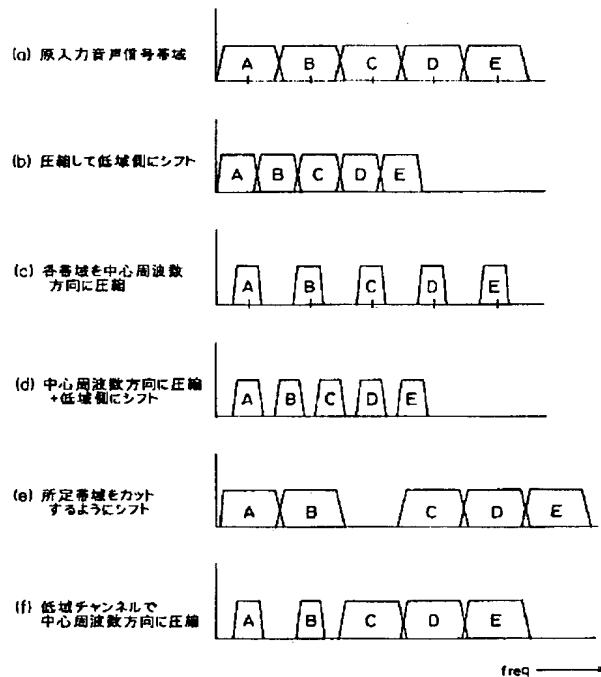
10 15 FM成分生成部

16 乗算合成部

21 加算合成部

23 D/A変換器

【図3】





【図1】

